

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Poly:carboxylic acids high yield prodn., used as (co) builders for detergent compsns. - comprises oxidising polysaccharide(s) with nitrogen di:oxide and di:nitrogen:tetra:oxide, in the presence of oxygen and opt. partly neutralising carboxylic gps.**

**Patent Number : DE4203923**

*International patents classification : C07G-017/00 C08B-031/18 C08B-037/00 C08B-015/04 C08B-035/00 C11D-003/04 C11D-003/22*

**• Abstract :**

DE4203923 A Prod. of polycarboxylic acids (I) or their salts is effected by: (a) oxidising polysaccharides (II) with NO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> to convert CH<sub>2</sub>OH gps. to COOH and opt. (b) at least partly neutralising the COOH gps.. (a) Is effected at above room temp. in the presence of O<sub>2</sub>.

Pref. (II) is a native polyglucosan, pref. starch and/or cellulose, esp. potato, wheat, maize and/or tapioca starch. (a) is pref. at 30-70 (esp. 40-60) deg.C and 1-10 (esp. 2-6) bar in a closed reactor. (II) is pref. suspended in a halogenated hydrocarbon solvent, esp. CCl<sub>4</sub>. The reactor is pref. initially pressurised with O<sub>2</sub>, air, an inert gas (esp. N<sub>2</sub>, He, Ar and/or CO<sub>2</sub>) or an inert gas contg. 1-30 (esp. 3-10) vol.% O<sub>2</sub>. The O<sub>2</sub> partial pressure is 0.1-10 (esp. 0.5-6) bar. The pref. NO<sub>2</sub>:CH<sub>2</sub>OH molar ratio is up to 2:1 (esp. 0.1-1:1). The reaction is pref. continued until at least 15 (esp. at least 25) mole-% of the CH<sub>2</sub>OH gps. are oxidised to COOH. (b) Is pref. effected by treatment with an aq. soln. of an alkali metal hydroxide, NH<sub>4</sub>OH or an organic base.

USE/ADVANTAGE - (I) are useful as builders or co-builders in detergent compsns., esp. as co-builders in amts. of 0.5-10 (esp. 2-7) wt.% together with a zeolite builder, esp. where the builder is zeolite A and the ratio of zeolite to (I) is 3-4:1. The process gives high yields in shorter reaction times than prior art processes (cf. US2472590). (Dwg.0/0)

EP-625992 B A process for the production of polycarboxylic acids or salts thereof from polysaccharides by oxidation with nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with at least partial conversion of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups and optionally at least partial neutralisation of the carboxylic acid groups formed, the oxidation reaction being carried out in a closed reaction system in the presence of oxygen under pressures of 2 bar to 10 bar and at a temperature of at least 30 deg.C, characterised in that nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is used in such quantities that, in the event of a theoretically complete shift of the equilibrium onto the nitrogen dioxide side, the nitrogen dioxide is present in quantities of at most 2 mole equivalents, based on the content of monomer unit of the polysaccharide containing one primary alcohol group. (Dwg.0/0)

US5541316 A A process for the prodn. of polycarboxylic acids or salts comprises oxidising a polysaccharide with nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with at least partial conversion of the prim. alcohol gps. of the polysaccharides into carboxyl gps. and opt. at least partial neutralisation of the carboxylic acid gps. formed, the oxidising being carried out in a closed reaction system in the presence of a gas comprising oxygen under a pressure of 2-10 bar and at a temp. above room temp. to form the polycarboxylic acid, where nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is used in such a quantity that, in the event of a theoretically complete shift of the equilibrium to nitrogen dioxide, the nitrogen dioxide would be present in a quantity of at most 2 mol. equivs., based on the content of monomer units of the polysaccharide contg. one prim. alcohol group. (Dwg.0/0)

**• Publication data :**

Patent Family : DE4203923 A1 19930812 DW1993-33 C08B-031/18 6p \* AP: 1992DE-4203923 19920211  
WO9316110 A1 19930819 DW1993-34 C08B-037/00 Ger 20p  
AP: 1993WO-EP00244 19930203 DSNW: JP US DSRW: AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE  
EP-625992 A1 19941130 DW1995-01 C08B-037/00 Ger FD:  
Based on WO9316110 AP: 1993EP-0917384 19930203; 1993WO-EP00244 19930203 DSR: BE CH DE ES FR GB IT LI NL  
JP07503495 W 19950413 DW1995-23 C08B-037/00 6p FD:  
Based on WO9316110 AP: 1993JP-0513737 19930203; 1993WO-EP00244 19930203

**US5541316** A 19960730 DW1996-36 C07G-017/00 6p FD:  
Based on WO9316110 AP: 1993WO-EP00244 19930203; 1994US-0256882 19940728  
EP-625992 B1 19970528 DW1997-26 C08B-037/00 Ger 12p FD:  
Based on WO9316110 AP: 1993EP-0917384 19930203; 1993WO-EP00244 19930203 DSR: BE CH DE ES FR GB IT LI NL  
DE59306602 G 19970703 DW1997-32 C08B-037/00 FD: Based on EP-625992; Based on WO9316110 AP: 1993DE-5006602 19930203; 1993EP-0917384 19930203; 1993WO-EP00244 19930203

ES2101332 T3 19970701 DW1997-36 C08B-037/00 FD: Based on EP-625992 AP: 1993EP-0917384 19930203

Priority n° : 1992DE-4203923 19920211

Covered countries : 19

Publications count : 8

Cited patents : DE-941282; DE-967144; EP-455522; US2472590; US3478752

**• Patentee & Inventor(s) :**

Patent assignee : (HENK ) HENKEL KGAA

Inventor(s) : ENGELSKIRCHEN K; FISCHER H; VERHOLT H

**• Accession codes :**

Accession N° : 1993-259656 [33]  
Sec. Acc. n° CPI : C1993-115291

**• Derwent codes :**

Manual code : CPI: A03-A01 A10-E11  
A10-E23 A12-W12A A12-W12B D11-B03  
Derwent Classes : A97 D25

**• Update codes :**

Basic update code : 1993-33  
Equiv. update code : 1993-34; 1995-01;  
1995-23; 1996-36; 1997-26; 1997-32; 1997-36

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :</b> <b>C08B 37/00, 31/18, 15/04</b> <b>C11D 3/22</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/16110</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. August 1993 (19.08.93)</b>
<b>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/00244</b> <b>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Februar 1993 (03.02.93)</b>  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 42 03 923.1      11. Februar 1992 (11.02.92)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HENKEL KOMMANDITGESELLSCHAFT AUF AKTIEN [DE/DE]; Henkelstraße 67, D-4000 Düsseldorf 13 (DE).</b>  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : ENGELSKIRCHEN, Konrad [DE/DE]; Gonellastraße 24, D-4005 Meerbusch (DE). FISCHER, Herbert [DE/DE]; Neustädter Weg 29, D-4000 Düsseldorf 1 (DE). VERHOLT, Hans-Wilhelm [DE/DE]; An der Eicher 5, D-4018 Langenfeld (DE).</b>		<b>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b>  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
<b>(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING POLYSACCHARIDE-BASED POLYCARBOXYLATES</b>  <b>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON POLYCARBOXYLATEN AUF POLYSACCHARID-BASIS</b>  <b>(57) Abstract</b>  In a process for producing polycarboxylic acids or their salts from polysaccharides by oxidation with nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with the conversion of at least a part of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups and where appropriate the at least partial neutralisation of the carboxylic acid groups produced, the reaction time required is to be shortened and the necessary quantity of nitrogen dioxide reduced. This is essentially attained in that the oxidation reaction is accomplished at above room temperature in the presence of oxygen. The resultant polycarboxylates are, for instance, used as builders or co-builders in washing or cleaning agents.  <b>(57) Zusammenfassung</b>  Bei einem Verfahren zur Herstellung von Polycarbonsäuren oder deren Salzen aus Polysacchariden durch Oxidation mit Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid unter Umwandlung zumindest eines Teils der primären Alkoholgruppen der Polysaccharide in Carboxylgruppen sowie gegebenenfalls wenigstens anteilsweiser Neutralisation der entstehenden Carbonsäuregruppen sollte die erforderliche Reaktionszeit verkürzt und die benötigte Stickstoffdioxidmenge verringert werden. Dies gelang im wesentlichen dadurch, daß die Oxidationsreaktion bei einer Temperatur oberhalb Raumtemperatur in Gegenwart von Sauerstoff durchgeführt wurde. Die entstehenden Polycarboxylate werden beispielsweise als Builder oder Co-Builder in Wasch- oder Reinigungsmitteln verwendet.		

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfhögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	PL	Polen
BJ	Benin	IE	Irland	PT	Portugal
BR	Brasilien	IT	Italien	RO	Rumänien
CA	Kanada	JP	Japan	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KZ	Kasachstan	SK	Slowakische Republik
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TD	Tschad
CZ	Tschechische Republik	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Deutschland	MG	Madagaskar	UA	Ukraine
DK	Dänemark	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	MN	Mongolien	VN	Vietnam
FI	Finnland				

Verfahren zur Herstellung von Polycarboxylaten auf Polysaccharid-Basis

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polycarboxylaten durch selektive Oxidation von Polysacchariden mit Stickstoffdioxid sowie die Verwendung solcherart hergestellter Polycarboxylate als Builder beziehungsweise Co-Builders in Wasch- oder Reinigungsmitteln.

Zur Herstellung von Polycarboxylaten durch oxidative Behandlung von Polysacchariden, beispielsweise Cellulose, Stärke und Dextrinen, besteht umfangreiches Wissen. Verwiesen wird beispielsweise auf Houben-Weyl "Methoden der organischen Chemie", Thieme-Verlag, Stuttgart (1987) Bd. E 20, Makromolekulare Stoffe, hier das Unterkapitel "Polysaccharid-Derivate" bearbeitet von Dr. K. Engelskirchen, a.a.O. Seite 2042 ff, insbesondere Seite 2124 ff (Oxidationsprodukte der Cellulose) und Seite 2166 ff (Oxydierte Stärken). Verwiesen sei weiter auf die Veröffentlichung "Cellulose Chemistry and Its Applications" (1983), John Wiley & Sons, Chichester, GB, dort insbesondere T.P.Nevell, "Oxidation of Cellulose" (Kapitel 10) sowie die umfangreiche dort zitierte Literatur, a.a.O Seite 262 bis 265.

Grob zusammenfassend gilt: Eine Vielzahl von Oxidationsmitteln ist für die Oxidation von Polysacchariden, insbesondere von ausschließlich aus Glucose aufgebauten Polyglucosanen gebräuchlich. Genannt seien beispielsweise (Luft)-Sauerstoff, Wasserstoff-Peroxid, Natriumhypochlorit beziehungsweise -bromit, Periodsäure beziehungsweise Periodate, Blei(IV)-Acetat, Stickstoffdioxid und Cer(IV)-Salze. Diese Oxidationsmittel reagieren sehr unterschiedlich mit den Anhydroglucoseeinheiten, vgl. beispielsweise die Formelbilder in Houben-Weyl a.a.O. Seite 2124. So bewirken beispielsweise Perjodate oder Blei(IV)-Acetat eine C-C Spaltung der Anhydroglucose-Ringe; man erhält aus Cellulose die sogenannte 2,3-Dialdehydcellulose und analog aus Stärke Dialdehydstärke. Bekannt ist außerdem, daß bei der Einwirkung von Stickstoffdioxid auf Cellulose die Oxidation der primären Alkoholgruppe zur Carboxylgruppe die weit überwiegende Reaktion ist. Das Oxidationsmittel, in der Regel im Gleichgewicht mit Distickstofftetroxid vorliegend, kann dabei gasförmig oder gelöst in einem inerten organischen Lösungsmittel eingesetzt werden, vgl. auch hier Houben-Weyl a.a.O. Seite

...

2125 und die dort in diesem Zusammenhang genannte Primärliteratur. Auch von der Stärke ausgehend lassen sich entsprechend weitgehend selektive Oxidationen der primären Alkoholgruppe der Anhydroglucoseeinheiten zur Carboxylgruppe bewerkstelligen. So ist aus der US-amerikanischen Patentschrift US 2 472 590 die Oxidation von Stärke mit gasförmigem oder in Wasser beziehungsweise in verschiedenen organischen Lösungsmitteln gelöstem Stickstoffdioxid bei Raumtemperatur und Normaldruck bekannt.

Unter diesen Bedingungen erhält man die annähernd vollständige Umwandlung der primären Alkoholgruppen der Polysaccharide in Carboxylgruppen erst nach sehr langen Reaktionszeiten, die unter Umständen bis zu mehreren Tagen betragen können. Außerdem werden bei den bekannten Verfahren hohe Stickstoffdioxidmengen, bezogen auf zu oxidierendes Polysaccharid, benötigt.

Die vorliegende Erfindung will eine Verbesserung der Herstellung derartiger Oxidationsprodukte von Polysacchariden ermöglichen, um ihre Verfügbarkeit zu sichern, da die entstehenden Polycarboxylate als potentielle Inhaltsstoffe, insbesondere als Builder- beziehungsweise Co-Builder-Komponenten, für Wasch- und Reinigungsmittel in Frage kommen. Dies gilt auch für die Salze derartiger Polycarboxylate, insbesondere ihre wasserlöslichen Salze, da der Einsatz von oxidierten Polysaccharidverbindungen zur Waschkraftverstärkung von Wasch- und/oder Reinigungsmitteln an sich seit Jahrzehnten bekannt und immer wieder untersucht worden ist. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang beispielsweise auf die niederländische Patentschriften NL 69 883 und NL 78 087. Der Ersatz von Builder-Systemen auf Phosphatbasis durch mit Lewis-Säuren behandelte 6-Carboxycellulose wird in den US-amerikanischen Patentschriften US 3 740 339 und US 3 790 561 beschrieben. Auch die niederländische Patentanmeldung NL 70/02 500 will oxidierte Polysaccharid-Derivate als Builder-System zur Steigerung der Waschkraft in insbesondere Textilwaschmitteln einsetzen. Hier ist allerdings nicht auf selektiv am C<sub>6</sub>-Atom oxidierte Derivate, sondern auf durch substantielle Spaltung der Anhydroglucoseeinheiten zwischen C<sub>2</sub> und C<sub>3</sub> entstehende Oxidationsprodukte abgestellt. Schließlich beschreibt die europäische Patentanmeldung EP 425 369 tensidhaltige Stoffgemische zur Textilwäsche, die ein Builder-System aus konventioneller Phosphatverbindung,

...



Zeolith und Oxidationsprodukten von Cellulose, Stärke oder Glucosesirup enthalten. Nachvollziehbare Angaben zur Herstellung der dort beschriebenen oxidierten Saccharidverbindungen sind nicht angegeben. Außerdem wird eine Stabilisierung der primär anfallenden Polysaccharidoxide durch eine katalytische Hydrierung als wünschenswert bezeichnet.

Die erfindungsgemäße Lehre geht von der überraschenden Erkenntnis aus, daß Polycarboxylate aus Polysacchariden in einem einfachen Verfahren kostengünstig in hohen Ausbeuten zu gewinnen sind, wenn die Oxidationsreaktion mit Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid in Gegenwart von Sauerstoff bei erhöhten Temperaturen durchgeführt wird. Die Formulierung "Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid" steht dabei für das unter den jeweiligen Reaktionsbedingungen vorliegende Gleichgewichtsgemisch aus Stickstoffdioxid und seinem Dimeren Distickstofftetroxid.

Gegenstand der Erfindung ist dementsprechend ein Verfahren zur Herstellung von Polycarbonsäuren oder deren Salzen aus Polysacchariden durch Oxidation mit Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid unter Umwandlung zumindest eines Teils der primären Alkoholgruppen der Polysaccharide in Carboxylgruppen sowie gegebenenfalls wenigstens anteilsweiser Neutralisation der entstehenden Carbonsäuregruppen, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß die Oxidationsreaktion bei einer Temperatur oberhalb Raumtemperatur in Gegenwart von Sauerstoff durchgeführt wird. Als Obergrenze des Temperaturbereiches kann dabei eine Temperatur von 150 °C gelten, da bei höheren Temperaturen zunehmend Zersetzung beobachtet wurde.

Die Oxidationsreaktion wird daher vorzugsweise bei Temperaturen von 30 °C bis 70 °C, insbesondere von 40 °C bis 60 °C durchgeführt. Besonders gute Ergebnisse erzielt man bei Durchführung der Oxidation in einem geschlossenen Reaktionssystem bei Drucken von 1 bar bis 10 bar, insbesondere von 2 bar bis 6 bar, gemessen bei der Reaktionstemperatur. Diese Drucke im Reaktionsgefäß werden erfindungsgemäß durch Aufpressen von gasförmigem Sauerstoff, allein oder im Gemisch mit unter den Reaktionsbedingungen inertem Gas, eingestellt. Dabei wird die Oxidationsreaktion des erfindungsgemäßen Verfahrens vorzugsweise so geführt, daß der Sauerstoff-Partialdruck im Reaktionssystem 0,1 bar bis 9 bar, insbesondere 0,5 bar bis

...

6 bar, beträgt. Das Aufpressen kann einmalig beim Reaktionsbeginn oder mehrfach, gewünschtenfalls kontinuierlich, während der Reaktion erfolgen. Bei letztgenannter Reaktionsführung ist als besonderer Vorteil zu erwähnen, daß die Oxidationsreaktion temperatur- oder druckabhängig über die Sauerstoffdosierung gesteuert werden kann. Vorzugsweise regelt man die Sauerstoffzugabe so, daß die Reaktionstemperatur im obengenannten Bereich von 30 °C bis 70 °C bleibt.

Als inerte, das heißt bei den jeweils gewünschten Verfahrensbedingungen nicht reagierende Gase können Edelgase wie Helium oder Argon und Kohlendioxid, insbesondere aber Stickstoff, aber auch beliebige Mischungen derartiger Gase eingesetzt werden. Der Sauerstoffgehalt in der Gasmischung beträgt dabei vorzugsweise 1 Vol.-% bis 30 Vol.-%, insbesondere von 3 Vol.-% bis 10 Vol.-%. Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beinhaltet die Zuführung von Sauerstoff durch das Aufpressen von Luft.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß im Reaktionssystem vor Beginn der Oxidationsreaktion ein Druck von weniger als 10 bar, insbesondere von 2 bar bis 6 bar, bei der gewünschten Reaktionstemperatur durch Aufpressen eines genannten Inertgases eingestellt wird und anschließend Sauerstoff oder ein Gemisch aus Sauerstoff mit einem genannten Inertgas, mehrfach, gewünschtenfalls kontinuierlich, aufgepresst wird. Die Zugabe von Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid kann dabei vor oder nach der Sauerstoffzugabe beziehungsweise dem Beginn der Sauerstoffzugabe erfolgen. Dabei kann es erforderlich sein, das Reaktionsgefäß nach dem anfänglichen Aufpressen des Inertgases auf die gewünschte Reaktionstemperatur aufzuheizen. Während des Ablaufs der Oxidationsreaktion, die zweckmäßig unter intensiver Durchmischung der Reaktionspartner erfolgt, kann die Reaktionstemperatur in der Regel ohne äußere Heizung allein durch die Zugabemenge des Sauerstoffs gehalten werden.

Die Oxidation des Polysaccharids kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung im Suspensionsverfahren, bei dem es als Suspension in einer

...

unter den Reaktionsbedingungen weitgehend inerten Flüssigkeit eingesetzt wird, erfolgen.

Bei der Oxidation im Suspensionsverfahren sind als Suspensionsmittel für das Polysaccharid organische Flüssigkeiten geeignet, die einerseits Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid sowie Sauerstoff gut lösen und andererseits diesen gegenüber unter den Reaktionsbedingungen weitgehend inert sind. In Frage kommende Suspensionsmittel sind Kohlenwasserstoffe, vor allem halogenierte Kohlenwasserstoffe, insbesondere Tetrachlorkohlenstoff. Dabei ist eine breite Variation der Suspensionsmittelmenge ohne signifikanten Einfluß auf das Oxidationsergebnis möglich. In der Regel liegt das Gewichtsverhältnis von Suspensionsmittel zu Polysaccharid im Bereich von 3:1 bis 8:1. Nach Beendigung der Oxidationsreaktion wird das Suspensionsmittel, gegebenenfalls nach Entspannen des Überdruckes im Reaktionssystem, vom oxidierten Polysaccharid abgetrennt, was durch einfache Filtration oder Zentrifugieren geschehen kann. Es kann direkt oder gewünschtenfalls nach Aufarbeitung in der Oxidationsreaktion wiederverwendet werden. Das Oxidationsprodukt wird gewünschtenfalls mit einem organischen Lösungsmittel und/oder Wasser beziehungsweise Gemischen aus diesen gewaschen und getrocknet. Der Trocknungsschritt nach dem Waschen mit Wasser kann entfallen, wenn die Weiterverarbeitung des erhaltenen Polycarboxylates zu wasserhaltigen flüssigen oder pastenförmigen Produkten erfolgen soll.

Die Derivatisierung der Polysaccharide kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung aber auch in Abwesenheit eines Suspensions- oder Lösungsmittels, das heißt im sogenannten Trockenoxidationsverfahren, durchgeführt werden. Dabei gelangt das Oxidationsmittel - Stickstoffdioxid und Sauerstoff - aus der Gasphase direkt auf die festen, möglichst intensiv durchmischten Substrate zur Einwirkung.

Die Durchmischung kann unter anderem im Fließbett mit durchströmendem, die Oxidationsmittel enthaltendem Gas oder in einer Wirbelschicht unter Einsatz von Intensivmischern, zum Beispiel von Druvatherm<sup>(R)</sup>-Mischern der Firma Lödige, erreicht werden.

...

Insbesondere im Falle von Stärke, die im nativen Zustand oft zur Agglomeration und zur in der Fließbetttechnik gefürchteten Kanalbildung neigt, kann dabei das Fließverhalten durch den Zusatz geringer Mengen von insbesondere festen Additiven, zu denen beispielsweise Magnesiumoxid, Calciumfluorid, Calciumphosphat oder pyrogenes Siliziumdioxid, insbesondere das unter dem Namen Aerosil(R) vertriebene Siliziumdioxid, signifikant verbessert werden. In dieser Hinsicht hohe Effekte werden bereits beim Einsatz niedriger Additivmengen von vorzugsweise 0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%, insbesondere 0,25 Gew.-% bis 1 Gew.-%, jeweils bezogen auf zu oxidierendes Polysaccharid, erreicht. So behandelte Stärken zeigen hinsichtlich Durchmischbarkeit ein nahezu Flüssigkeits-analoges Verhalten.

Im Rahmen des Trockenoxidationsverfahrens kann das Reaktionsgemisch nach der eigentlichen Oxidationsreaktion direkt in Wasser aufgenommen und über Wasserwasch- und Filtrationsprozesse gereinigt und isoliert werden. Ein erheblicher Teil der bei Reaktionsende im Reaktionssystem vorliegenden Stickoxide kann auch über einfache Entgasungsprozesse entfernt werden; so führt im Regelfall bereits eine einfache Vakuumbehandlung der Reaktionsmischung ohne wäßrige Aufarbeitung zu Produkten mit akzeptabel niedrigen Nitrit- und Nitratgehalten.

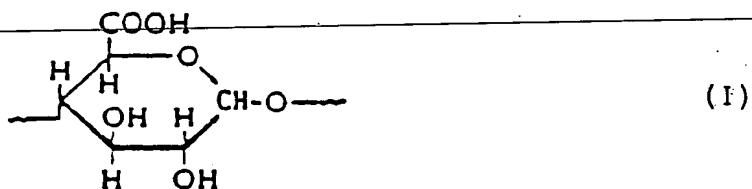
Für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Natur des eingesetzten Polysaccharids weitgehend unkritisch. Voraussetzung ist lediglich, daß es primäre Alkoholgruppen enthaltende Kohlenhydrateinheiten enthält. In Frage kommen alle nativen Polyglucosane, insbesondere Stärke und/oder Cellulose, aber auch andere Polysaccharide, zum Beispiel Polygalactomannane wie Guar und Carubin. Die Polysaccharide können auch in chemisch oder physikalisch modifizierter Form verwendet werden, sofern sie noch oxidierbare primäre Alkoholgruppen enthalten. Aus wirtschaftlichen Gründen sind Stärken unterschiedlicher Provenienz, insbesondere Kartoffelstärke, Weizenstärke, Maisstärke oder Tapiokastärke, bevorzugt. Das eingesetzte Polysaccharid enthält vorzugsweise nicht mehr als 20 Gew.-%, insbesondere 4 Gew.-% bis 10 Gew.-% Wasser.

Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid wird im erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise in solchen Mengen eingesetzt, daß bei rechnerisch vollständi-

...

ger Verschiebung des Gleichgewichtes auf die Seite des Stickstoffdioxids dieses in Mengen von höchstens 2 Molequivalenten, insbesondere 0,1 bis 1 Molequivalenten, bezogen auf den Gehalt an eine primäre Alkoholgruppe enthaltendem Monomerbaustein des Polysaccharids, vorliegt.

Die Oxidationsreaktion des erfindungsgemäßen Verfahrens wird unter Einsatz der genannten Polyglucosane vorzugsweise über einen solchen Zeitraum geführt, daß das Oxidationsprodukt im statistischen Mittel zu wenigstens 15 Mol-% aus oxidierten Anhydroglucoseeinheiten der Formel I



besteht, was einem Carboxylgruppengehalt von mindestens 4 Gew.-% entspricht.

Durch ein derartiges Verfahren erhält man Polycarboxylate auf Polyglucosan-Basis, welche die oxidierten Anhydroglucoseeinheiten der Formel I vorzugsweise zu wenigstens 25 Mol-%, insbesondere zu wenigstens 35 Mol-% bis 40 Mol-% im Molekül enthalten, wobei als weiterer Vorteil keine wesentlichen Mengen anderer Oxidations-Folgeprodukte vorliegen.

Hoch oxidierte Produkte, das heißt solche mit einem Gehalt an Einheiten gemäß Formel I von bis zu etwa 95 Mol-%, insbesondere bis 100 Mol-%, bevorzugt im Bereich von etwa 70 Mol-% bis 100 Mol-%, entsprechend einem Carboxylgruppengehalt von bis zu ca. 25 Gew.-%, werden beispielsweise beim Suspensionsverfahren bei Verwendung von Stärke in einer Aufschlämmung in Tetrachlorkohlenstoff unter Einsatz von etwa 0,5 Molequivalenten Stickstoffdioxid bei 2 bar bis 6 bar und 50 °C innerhalb von etwa 4 Stunden bis 6 Stunden.

Im Anschluß an die Oxidationsreaktion und die gewünschtenfalls vorgenommene Aufarbeitung wie beschrieben ist es möglich, wenigstens einen Teil der Carboxylgruppen des Oxidationsprodukts durch Behandeln mit einem basischen Reagenz zu neutralisieren, das heißt von der Säure- in die Salz-

...

form zu überführen. Als Neutralisationsmittel wird vorzugsweise eine wäßrige Lösung, die Alkalihydroxid, Ammoniumhydroxid und/oder organische Base enthält, verwendet. Auch direkt im Anschluß an die Oxidationsreaktion ist die Neutralisation möglich, beispielsweise durch Begasen des Reaktionsgefäßes mit Ammoniak. Die Salzbildung ist auch unter reduzierenden Bedingungen, beispielsweise unter Verwendung von Natriumborhydrid, möglich. Vorzugsweise wird das Neutralisationsmittel in solchen Mengen eingesetzt, daß sämtliche Carboxylgruppen des Oxidationsprodukts in die Salzform überführt werden. Dabei ist sowohl die Zugabe des Oxidationsproduktes zum Neutralisationsmittel als auch die Zugabe des Neutralisationsmittels zum Oxidationsprodukt möglich. Die Salzbildung kann auch unter den Bedingungen der Anwendung beziehungsweise Weiterverarbeitung der Polycarboxylate in deren Säureform erfolgen, beispielsweise bei der Herstellung oder dem Einsatz von Wasch- oder Reinigungsmitteln durch übliche alkalische Bestandteile derartiger Mittel.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Polycarboxylate werden vorzugsweise als Builder oder Co-Builder in Wasch- oder Reinigungsmitteln verwendet. In derartigen Mitteln werden sie vorzugsweise als Co-Builder in Mengen von 0,5 Gew.-% bis 10 Gew.-%, insbesondere 2 Gew.-% bis 7 Gew.-%, bezogen jeweils auf das Gesamtgewicht des Mittels, die Zeolith als Haupt-Builder enthalten, verwendet. Besonders bevorzugt werden sie in letztgenannten Mitteln verwendet, die Zeolith-NaA, wie er beispielsweise im Zusammenhang mit Textilwaschmitteln in der deutschen Patentschrift DE 24 12 837 beschrieben ist, als Haupt-Builder und erfindungsgemäß hergestellte Polycarbonsäuren oder deren Salze in Mengenverhältnissen von 2:1 bis 5:1 enthalten. Die Zusammensetzung der Wasch- und/oder Reinigungsmittel kann ansonsten im Rahmen bekannter Rezepturen praktisch beliebig gewählt werden.

## Beispiele

### Beispiel 1

275,2 g Kartoffelstärke (1,6 mol bezogen auf Anhydroglucoseeinheit) mit einem Feuchtigkeitsgehalt von ca. 6 Gew.-% wurden in 825 g Tetrachlorkohlenstoff suspendiert und in einen 2 l-Rührautoklaven überführt. Nach

...

Evakuieren des Autoklaven und Spülen mit Stickstoff wurden 36,8 g kondensiertes Distickstofftetroxid (0,4 mol) zugegeben. Das Reaktionsgemisch wurde innerhalb von 30 Minuten auf 50 °C aufgeheizt. Der Innendruck im Autoklaven betrug 0,5 bar (eingestellt mit Stickstoff). Durch Aufdrücken von Sauerstoff wurde ein Druck von 6 bar eingestellt. Das Aufdrücken von Sauerstoff wurde wiederholt, sobald der Druck im Autoklaven auf 2 bar abgefallen war. Nach 6 Stunden wurde der Autoklav auf Raumtemperatur gekühlt, entspannt und das Reaktionsgemisch mit 1 l entmineralisiertem Wasser versetzt. Die Suspension des Oxidationsproduktes wurde über eine Glasfilternutsche ~~filtriert~~. Das Produkt wurde zunächst mit Aceton, anschließend mit Wasser bis zur neutralen Reaktion der Waschflüssigkeit gewaschen, mit Aceton entwässert und getrocknet (70 °C, Vakuumtrockenschrank). Man erhielt 257 g weißes, pulverförmiges Polycarboxylat mit einer Säurezahl von 245, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 0,75 Carboxylgruppen pro Anhydroglucoseeinheit.

Die Bestimmung der Säurezahl des hier erhaltenen Produkts wie auch aller anderen Polysaccharid-Oxide wurde wie folgt vorgenommen:

Ca. 0,5 g bis 0,75 g Oxidat werden in 50 ml entmineralisiertem Wasser suspensiert. Die Suspension wird mit 10 ml 0,5 n alkoholischer Kaliumhydroxidlösung versetzt und 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt. Produkte mit Säurezahlen größer ca. 60 gehen dabei in Lösung. Überschüssiges Kaliumhydroxid wird mit 0,5 n wäßriger Salzsäure gegen Phenolphthalein als Indikator zurücktitriert.

Die Angabe der Säurezahl erfolgt in Milligramm KOH pro Gramm Polysaccharid-Oxidat.

### Beispiel 2

Beispiel 1 wurde unter Einsatz von 73,6 g (0,8 mol) kondensiertem Distickstofftetroxid wiederholt, wobei Sauerstoff so in den Autoklaven gepresst wurde, daß innerhalb der ersten Stunde der Reaktion ein Innendruck von 2 bar einhalten wurde, der innerhalb der nächsten Stunde auf 6 bar angehoben wurde. Nach einer Reaktionszeit von 4,5 Stunden war kein Sauerstoff-

...

verbrauch, merklich am Druckabfall, mehr festzustellen. Das wie in Beispiel 1 aufgearbeitete Reaktionsprodukt (Ausbeute 256 g) besaß eine Säurezahl von 324, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 1 Carboxylgruppe pro Anhydroglucoseeinheit.

### Beispiel 3

Beispiel 1 wurde unter Einsatz von 137,6 g (0,8 mol bezogen auf Anhydroglucoseeinheit) Kartoffelstärke wiederholt, wobei vor dem Aufheizen auf 50 °C mit Sauerstoff im Autoklaven ein Innendruck von 10 bar eingestellt und das Reaktionsgemisch anschließend 6 Stunden bei 50 °C gerührt wurde. Dabei fiel der Innendruck im Verlauf von 1 Stunde auf 1 bar und nach Aufpressen von Sauerstoff bis zu einem Druck von 5 bar in Verlauf von weiteren 2 Stunden auf einen dann konstanten Wert von 3,5 bar ab. Man erhielt nach Aufarbeitung wie beschrieben 127,5 g Oxidationsprodukt mit einer Säurezahl von 343, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 1,1 Carboxylgruppen pro Anhydroglucoseeinheit.

### Beispiel 4 - 7

Nach dem in Beispiel 2 angeführten Verfahren wurden jeweils 275,2 g Weizenstärke, Maisstärke, Tapiokastärke und Guarmehl zu Polycarboxylaten oxidiert, isoliert und aufgearbeitet. Man erhielt die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Ausbeuten der durch ihre Säurezahl gekennzeichneten Produkte.

Beispiel	Polysaccharid	Ausbeute [g]	Säurezahl
4	Weizenstärke	254,5	263
5	Maisstärke	256,8	347
6	Tapiokastärke	255,8	326
7	Guarmehl	188,5	261

...



Die gemäß den Beispielen 1 bis 7 hergestellten Produkte wurden durch Zugabe stöchiometrischer Mengen wäßriger Natriumhydroxidlösung oder wäßriger Ammoniumhydroxidlösung in ihre Natrium- beziehungsweise Ammoniumsalze überführt. Diese waren in kaltem Wasser gut löslich.

#### Beispiel 8

137,6 g Kartoffelstärke (0,8 mol bezogen auf Anhydroglucoseeinheit) mit einem Feuchtigkeitsgehalt von ca. 6 Gew.-% wurden in einen 2 l-Rührautoklaven gegeben, der nach Verschließen evakuiert wurde. Die Stärke wurde unter intensivem Durchmischen auf 40 °C aufgeheizt. 36,8 g kondensiertes Distickstofftetroxid (0,4 mol) wurden in den Autoklaven verdampft, die Temperatur der Reaktionsmischung wurde auf 50 °C erhöht. Der Innendruck wurde durch Aufpressen von Stickstoff auf 6 bar eingestellt und durch Aufpressen von Sauerstoff auf 7 bar erhöht. Das Reaktionsgemisch wurde 4 Stunden bei 50 °C und einem Druck von 5 bar bis 7 bar, der durch mehrfaches Aufpressen von Sauerstoff, jeweils nach einem Druckabfall um 1 bar bis 2 bar einreguliert wurde, gehalten. Nach Aufarbeitung analog Beispiel 1 erhielt man 131 g Polycarboxylat mit einer Säurezahl von 340, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 1,05 Carboxylgruppen pro Anhydroglucoseeinheit, als weißes Pulver.

#### Beispiel 9

Zum Vergleich wurde Beispiel 1 in der Weise wiederholt, daß man nach dem Befüllen mit Distickstofftetroxid einen Innendruck von 1 bar durch Aufpressen von Stickstoff einstellte, innerhalb von 30 Minuten auf 50 °C aufheizte und 6 Stunden bei dieser Temperatur rührte. Dabei stieg der Innendruck kontinuierlich bis auf 4,2 bar an. Nach Isolierung und Aufarbeitung wie beschrieben erhielt man 268 g eines Oxidationsproduktes mit einer Säurezahl von 83, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 0,25 Carboxylgruppen pro Anhydroglucoseeinheit.

Beispiel 10

Zum Vergleich wurde Beispiel 8 in der Weise wiederholt, daß der Innendruck im Autoklaven nach Aufheizen des Reaktionsgemischs durch Aufpressen von Stickstoff auf 3 bar eingestellt wurde und dem Reaktionssystem im Verlauf der Reaktion (5 Stunden bei 50 °C) kein Sauerstoff zugeführt wurde. Der Druck stieg während dieser Zeit auf 4 bar an. Nach Aufbereitung erhielt man 128 g Polycarboxylat als weißes Pulver mit einer Säurezahl von 150, entsprechend einem durchschnittlichen Gehalt von etwa 0,45 Carboxylgruppen pro Anhydroglucoseeinheit.

Der Vergleich der Beispiele 9 und 10 mit den Beispielen 1 bis 8 zeigt, daß bei Zusatz von Sauerstoff zur Reaktionsmischung eine signifikante Erhöhung des Carboxylgruppengehalts im oxidierten Polysaccharid innerhalb akzeptabler Reaktionsbedingungen, insbesondere innerhalb einer relativ kurzen Reaktionszeit, bewirkt.

Beispiel 11:

10 kg Kartoffelstärke (Wassergehalt: 4,1 Gew.-%) und 0,1 kg Aerosil(R) wurden in einem 50-Liter-Druvatherm(R)-Mischer (Fa. Lödige, Typ DVT; Reaktor mit horizontal angeordnetem Schleuderwerk mit pflugscharähnlichen Schleuderschaukeln) gegeben und intensiv durchmischt (Drehzahl der Schleuderwerke: 50 Upm, die bei allen nachfolgenden Verfahrensschritten eingehalten wurden). Nach Evakuierung des Reaktors wurden bei laufendem Schleuderwerk und unter Kühlung mit Wasser 2,85 kg Stickstoffdioxid aus einer mit Distickstofftetroxid gefüllten Stahlflasche in den Reaktor verdampft. Bei einer Innentemperatur von 30 °C stellte sich dabei ein Innendruck von 1 bar ein. Der Innendruck wurde durch Aufpressen von Stickstoff auf 4 bar erhöht. Nach Aufheizen des Reaktionsgemisches auf 50 °C wurden bei dieser Temperatur 2,4 kg Sauerstoff im Verlauf von 5 Stunden portionsweise so in den Reaktor gedrückt, daß ein Innendruck von maximal 6 bar nicht überschritten wurde.

Nach weiteren 30 Minuten wurde der Reaktorinhalt auf 20 °C abgekühlt. Anschließend wurde der Reaktor über einen mit wäßriger Natronlauge gefüllten Gaswäscher entspannt.

Nach dem Entspannen wurden 30 l entmineralisiertes Wasser in den Reaktor gefüllt. Die resultierende Carboxylstärke-Suspension wurde abgelassen und filtriert. Der Filterkuchen wurde mehrfach mit Wasser gewaschen, mit Aceton entwässert und bei 70 °C im Vakuum getrocknet.

~~Erhalten wurden 9,7 kg eines weißen Pulvers mit einer Säurezahl von 326.~~

## P a t e n t a n s p r ü c h e

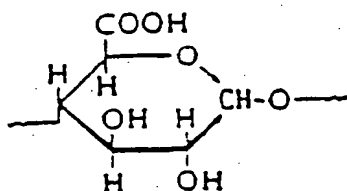
1. Verfahren zur Herstellung von Polycarbonsäuren oder deren Salzen aus Polysacchariden durch Oxidation mit Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid unter Umwandlung zumindest eines Teils der primären Alkoholgruppen der Polysaccharide in Carboxylgruppen sowie gegebenenfalls wenigstens anteilsweiser Neutralisation der entstehenden Carbonsäuregruppen, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidationsreaktion bei einer Temperatur oberhalb Raumtemperatur in Gegenwart von Sauerstoff durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidationsreaktion bei Temperaturen von 30 °C bis 70 °C, insbesondere 40 °C bis 60 °C durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidationsreaktion in einem geschlossenen Reaktionssystem bei Drucken von 1 bar bis 10 bar, insbesondere von 2 bar bis 6 bar, gemessen bei der Reaktionstemperatur, durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck im Reaktionssystem durch Aufpressen von gasförmigem Sauerstoff, das einmalig beim Reaktionsbeginn oder mehrfach, gewünschtenfalls kontinuierlich, während der Reaktion erfolgt, eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Sauerstoff in Mischung mit mindestens einem unter den Reaktionsbedingungen inerten Gas eingesetzt wird, wobei der Sauerstoffanteil in der Gasmischung 1 Vol.-% bis 30 Vol.-%, insbesondere von 3 Vol.-% bis 10 Vol.-% beträgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als inertes Gas Helium, Argon, Kohlendioxid, insbesondere Stickstoff, oder ein Gemisch aus diesen eingesetzt wird.

...

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck im Reaktionssystem durch Aufpressen von Luft eingestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Reaktionssystem vor Beginn der Oxidationsreaktion ein Druck von weniger als 10 bar, insbesondere von 2 bar bis 6 bar durch Aufpressen eines Inertgases, insbesondere Stickstoff, Helium, Argon, Kohlendioxid oder eines Gemisches aus diesen, eingestellt wird und nach Beginn der Reaktion Sauerstoff oder ein Gemisch aus 1 Vol.-% bis 30 Vol.-%, ~~insbesondere von 3 Vol.-% bis 10 Vol.-%~~, Sauerstoff mit einem genannten Inertgas, mehrfach, gewünschtenfalls kontinuierlich, aufgepresst wird, so daß der Sauerstoff-Partialdruck im Reaktionssystem 0,1 bar bis 10 bar, insbesondere 0,5 bar bis 6 bar beträgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Polysaccharid in Form einer Suspension in einer unter den Reaktionsbedingungen weitgehend inerten Flüssigkeit eingesetzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als unter den Reaktionsbedingungen weitgehend inerte Flüssigkeit ein halogenierter Kohlenwasserstoffen, insbesondere Tetrachlorkohlenstoff, eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Polysaccharid in Abwesenheit eines Suspensions- oder Lösungsmittels, gegebenenfalls in Anwesenheit eines die Fließfähigkeit verbessernden festen Additivs, eingesetzt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Additiv unter Magnesiumoxid, Calciumfluorid, Calciumphosphat, pyrogenem Siliziumdioxid und deren Mischungen ausgewählt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Additiv in Mengen von 0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-%, insbesondere 0,25 Gew.-% bis 1 Gew.-%, jeweils bezogen auf zu oxidierendes Polysaccharid, eingesetzt wird.

...

- 14.. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidationsreaktion in einem Fließbett oder in einer Wirbelschicht des zu oxidierenden Polysaccharids unter Einsatz von durchströmendem, das Oxidationsmittel enthaltendem Gas durchgeführt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Polysaccharid ein Polyglucosan nativen Ursprungs, insbesondere Stärke und/oder Cellulose, ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Polysaccharid eine native Stärke, ausgewählt aus Kartoffelstärke, Weizenstärke, Maisstärke, Tapiokastärke und deren Gemischen, ist.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Stickstoffdioxid/Distickstofftetroxid in solchen Mengen eingesetzt wird, daß bei rechnerisch vollständiger Verschiebung des Gleichgewichtes auf die Seite des Stickstoffdioxids dieses in Mengen von höchstens 2 Molequivalenten, insbesondere 0,1 bis 1 Molequivalenten, bezogen auf den Gehalt an eine primäre Alkoholgruppe enthaltendem Monomerbaustein des Polysaccharids, enthalten ist.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß als Polysaccharid ein Polyglucosan eingesetzt wird und die Oxidationsreaktion über einen solchen Zeitraum durchgeführt wird, daß das Oxidationsprodukt im statistischen Mittel zu wenigstens 15 Mol-% aus oxidierten Anhydroglucoseeinheiten der Formel I



(I)

besteht.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsprodukt die oxidierten Anhydroglucoseeinheiten der Formel I zu

...

wenigstens 25 Mol-%, vorzugsweise zu wenigstens 35 Mol-% bis 40 Mol-% im Molekül enthält, wobei weiterhin bevorzugt keine wesentlichen Mengen anderer Oxidations-Folgeprodukte vorliegen.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß als Oxidationsprodukt selektiv oxidierte Polyglucosane auf Cellulose- und/oder Stärkebasis vorliegen, die einen Gehalt an oxidierten Anhydroglucoseeinheiten der Formel I bis zu etwa 95 Mol-%, insbesondere im Bereich von etwa 40 Mol-% bis 80 Mol-%, aufweisen.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an die Oxidationsreaktion mindestens ein Teil der Carboxylgruppen des Oxidationsprodukts durch Behandeln mit einer wäßrigen Lösung, die Alkalihydroxid, Ammoniumhydroxid und/oder organische Base enthält, neutralisiert wird.
22. Verwendung von Polycarbonsäuren oder deren Salzen, hergestellt gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, als Builder oder Co-Builder in Wasch- oder Reinigungsmitteln.
23. Verwendung nach Anspruch 22 als Co-Builder in Mengen von 0,5 Gew.-% bis 10 Gew.-%, insbesondere 2 Gew.-% bis 7 Gew.-%, bezogen jeweils auf das Gesamtgewicht des Mittels, in Zeolith als Haupt-Builder enthaltenden Wasch- oder Reinigungsmitteln.
24. Verwendung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel Zeolith-NaA als Hauptbuilder und Polycarbonsäuren oder deren Salze, hergestellt gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, in Mengenverhältnissen von 3:1 bis 4:1 enthält.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 93/00244

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 5 C08B37/00; C08B31/18; C08B15/04; C11D3/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. 5 C08B; C11D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE, A, 967144 (H. PAULING) 10 October 1957 see example 1	1,2,11,15
Y		11,14
Y		22-24
Y	DE, A, 941282 (H. PAULING) 5 April 1956 see claims; example 1	11,14
Y	EP, A, 045522 (ROQUETTE FRERES) 6 November 1991 see claims 1,9,10,11	22-24
X	US, A, 3478752 (T.S. BRISKIN) 18 November 1969 see column 4, line 28 - line 37; claims; example 2	1-3,15
A	US, A, 2472590 (W.O. KENYON) 7 June 1949 (cited in the application) see column 1, line 40 - column 2, line 9; claims; examples	1,9-11, 14-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 April 1993 (23.04.93)

Date of mailing of the international search report

19 May 1993 (19.05.93)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,2 472 590 (W.O. KENYON) 7. Juni 1949 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 9; Ansprüche; Beispiele -----	1,9-11, 14-16

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9300244  
SA 69514

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23/04/93

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-967144		BE-A- 527849	
DE-A-941282		Keine	
EP-A-0455522	06-11-91	FR-A- 2659979	27-09-91
US-A-3478752	18-11-69	Keine	
US-A-2472590		Keine	

EPO FORM P073

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

EP 9300244  
SA 69514

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

23/04/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-967144		BE-A- 527849	
DE-A-941282		None	
EP-A-0455522	06-11-91	FR-A- 2659979	27-09-91
US-A-3478752	18-11-69	None	
US-A-2472590		None	

EPO FORM P0079

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

<b>I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 C08B37/00; C08B31/18; C08B15/04; C11D3/22		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	C08B ; C11D	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>9</sup>		
Art. <sup>9</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
X	DE,A,967 144 (H. PAULING) 10. Oktober 1957 siehe Beispiel 1	1,2,11, 15
Y		11,14
Y		22-24
Y	DE,A,941 282 (H. PAULING) 5. April 1956 siehe Ansprüche; Beispiel 1	11,14
Y	EP,A,0 455 522 (ROQUETTE FRÈRES) 6. November 1991 siehe Ansprüche 1,9,10,11	22-24
X	US,A,3 478 752 (T.S. BRISKIN) 18. November 1969 siehe Spalte 4, Zeile 28 - Zeile 37; Ansprüche; Beispiel 2	1-3,15
<p><sup>10</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" Altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nabelegend ist</p> <p>"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
23.APRIL 1993	19.05.93	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	MAZET J.-F.	

**A process for the production of polysaccharide-based polycarboxylates**

This invention relates to a process for the production of polycarboxylates by selective oxidation of polysaccharides with nitrogen dioxide and to the use of the polycarboxylates obtained by this process as builders or  
5 co-builders in detergents or cleaning preparations.

Extensive knowledge exists on the production of polycarboxylates by oxidative treatment of polysaccharides, for example cellulose, starch and dextrans, cf. for example Houben-Weyl "Methoden der organischen  
10 Chemie", Thieme-Verlag, Stuttgart (1987), Vol. E 20, Makromolekulare Stoffe, subchapter entitled "Polysaccharid-Derivate" edited by Dr. K. Engelskirchen, loc. cit., pages 2042 et seq., more particularly pages 2124 et  
15 seq. (oxidation products of cellulose) and pages 2166 et seq. (oxidized starches), and the publication entitled "Cellulose Chemistry and its Applications" (1983), John Wiley & Sons, Chichester, GB, more particularly chapter  
20 10 "Oxidation of Cellulose" by T.P. Nevell and the extensive literature cited therein, loc. cit., pages 262 to 265.

Roughly summarized, it may be said that several oxidizing agents are commonly used for the oxidation of polysaccharides, more particularly polyglucosans produced  
25 exclusively from glucose. They include, for example, (atmospheric) oxygen, hydrogen peroxide, sodium chlorite or bromite, periodic acid and periodates, lead(IV) acetate, nitrogen dioxide and cerium(IV) salts. These oxidizing agents react very differently with the anhydroglucose units, cf. for example the formula schemes in  
30 Houben-Weyl, loc. cit., page 2124. For example, periodates or lead(IV) acetate promote C-C cleavage of the

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

anhydroglucose rings; so-called 2,3-dialdehyde cellulose is obtained from cellulose and dialdehyde starch is similarly obtained from starch. It is also known that, when cellulose is exposed to the action of nitrogen dioxide, oxidation of the primary alcohol group to the carboxyl group is by far the predominant reaction. The oxidizing agent, generally present in equilibrium with dinitrogen tetroxide, may be used in gaseous form or in solution in an inert organic solvent, cf. Houben-Weyl loc. cit., page 2125 and the primary literature cited in this connection therein. It is even possible starting out from starch to achieve substantially selective oxidations of the primary alcohol group of the anhydroglucose units to the carboxyl group. Thus, the oxidation of starch with gaseous nitrogen dioxide or nitrogen dioxide dissolved in water or in various organic solvents at room temperature/normal pressure is known from US-PS 2,472,590.

Under these conditions, the substantially complete conversion of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups is only achieved after very long reaction times which can amount to several days. In addition, large amounts of nitrogen dioxide, based on the polysaccharide to be oxidized, are required in the known process.

The problem addressed by the present invention was to enable the production of such oxidation products of polysaccharides to be improved to secure their availability because the polycarboxylates formed are of interest as potential ingredients, more particularly as builders or co-builders, of detergents and cleaning preparations. The same also applies to the salts of such polycarboxylates, more particularly their water-soluble salts, because the use of oxidized polysaccharide compounds to boost the performance of detergents and/or cleaning

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



preparations has basically been known and repeatedly investigated for decades, cf. for example Dutch patent applications NL 69 883 and NL 78 087. The replacement of phosphate-based builder systems by 6-carboxycellulose treated with Lewis acids is described in US patents 3,740,339 and 3,790,561. Dutch patent application NL 70/02 500 also seeks to use oxidized polysaccharide derivatives as builder systems for increasing detergent performance, particularly in laundry detergents. However, this document is not concerned with derivatives selectively oxidized at the C<sub>6</sub> atom, but instead with oxidation products formed by substantial cleavage of the anhydroglucose units between C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub>. Finally, European patent application EP 425 369 describes surfactant-containing laundry detergent mixtures containing a builder system of conventional phosphate compound, zeolite and oxidation products of cellulose, starch or glucose sirup. There are no reproducible disclosures relating to the preparation of the oxidized saccharide compounds described therein. In addition, stabilization of the polysaccharide oxidates initially formed by catalytic hydrogenation is described as desirable.

The teaching according to the invention is based on the surprising observation that polycarboxylates can be inexpensively obtained in high yields from polysaccharides by a simple process in which the oxidation reaction is carried out with nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide in the presence of oxygen at elevated temperatures. The expression "nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide" stands for the equilibrium mixture of nitrogen dioxide and its dimer, dinitrogen tetroxide, present under the particular reaction conditions.

Accordingly, the present invention relates to a process for the production of polycarboxylic acids or salts thereof from polysaccharides by oxidation with

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with at least partial conversion of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups and optionally at least partial neutralization of the carboxylic acid groups formed, characterized in that the oxidation reaction is carried out at a temperature above room temperature in the presence of oxygen. The upper temperature limit is a temperature of 150°C because decomposition was increasingly observed at higher temperatures.

Accordingly, the oxidation reaction is preferably carried out at temperatures of 30°C to 70°C and more particularly at temperatures of 40°C to 60°C. Particularly good results are obtained where the oxidation reaction is carried out in a closed reaction system under pressures of 1 bar to 10 bar and, more particularly, 2 bar to 6 bar, as measured at the reaction temperature. According to the invention, these pressures in the reaction vessel are established by introduction of gaseous oxygen under pressure either on its own or in admixture with a gas which is inert under the reaction conditions. The oxidation reaction of the process according to the invention is preferably carried out in such a way that the oxygen partial pressure in the reaction system is in the range from 0.1 bar to 9 bar and more particularly in the range from 0.5 bar to 6 bar. The oxygen may be introduced once only at the beginning of the reaction or repeatedly, if desired continuously, during the reaction. In the latter case, it is a particular advantage that the oxidation reaction can be controlled as a function of temperature or pressure through the introduction of oxygen. The introduction of oxygen is preferably controlled in such a way that the reaction temperature remains in the above-mentioned range of 30°C to 70°C.

Noble gases, such as helium or argon, and carbon

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

dioxide, but especially nitrogen, and mixtures of such gases may be used as the inert gases, i.e. gases which do not react under the particular process conditions required. The oxygen content of the gas mixture is preferably from 1% by volume to 30% by volume and more preferably from 3% by volume to 10% by volume. In one preferred embodiment of the process according to the invention, oxygen is introduced under pressure in the form of air.

Another preferred embodiment of the process is characterized in that, before the beginning of the oxidation reaction, a pressure of less than 10 bar and, more particularly, in the range from 2 bar to 6 bar at the required reaction temperature is established in the reaction system by introduction of one of the above-mentioned inert gases under pressure and by the subsequent introduction under pressure of oxygen or a mixture of oxygen with one of the above-mentioned inert gases repeatedly and, if desired, continuously. The nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide may be added before or after addition of the oxygen or before or after the beginning of addition of the oxygen. It may be necessary in this regard to heat the reaction vessel to the required reaction temperature after the initial introduction of the inert gas under pressure. During the oxidation reaction, which is best accompanied by intensive mixing of the reactants, the reaction temperature may generally be maintained without external heating, i.e. solely through the quantity of oxygen added.

In one embodiment of the invention, oxidation of the polysaccharide may take place by the suspension process in which it is used in the form of a suspension in a liquid substantially inert under the reaction conditions.

Where oxidation is carried out by the suspension process, organic liquids which, on the one hand, effectively dissolve nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide and

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

oxygen and which, on the other hand, are largely inert to them under the reaction conditions are suitable for use as the suspension medium for the polysaccharide. Suitable suspension media are hydrocarbons, above all halogenated hydrocarbons, more particularly carbon tetrachloride. The quantity of suspension medium used may be varied over a wide range without significantly affecting the oxidation result. In general, the ratio by weight of suspension medium to polysaccharide is in the range from 3:1 to 8:1. On completion of the oxidation reaction, the suspension medium is separated from the oxidized polysaccharide by simple filtration or centrifugation, optionally after removal of the excess pressure in the reaction system. It may be reused in the oxidation reaction either directly or if desired after working up. The oxidation product is optionally washed with an organic solvent and/or water or mixtures thereof and dried. The drying step after washing with water may be omitted if the polycarboxylate obtained is to be subsequently processed to water-containing liquid or paste-form products.

In another embodiment of the invention, however, the polysaccharides may also be derivatized in the absence of a suspension medium or solvent, i.e. by the so-called dry oxidation process. In this process, the oxidizing agent (nitrogen dioxide and oxygen) acts directly from the gas phase on the solid, intensively mixed substrates.

The substrates may be mixed inter alia in a moving bed with a throughflowing gas containing the oxidizing agents or in a fluidized bed using intensive mixers, for example Lödige Druvatherm® mixers.

Above all in the case of starch, which, in its native state, often has a tendency towards agglomeration and towards the phenomenon of "channeling" so troublesome in fluidized bed technology, flow behavior can be signi-

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



ficantly improved by the addition of small quantities of, in particular, solid additives including, for example, magnesium oxide, calcium fluoride, calcium phosphate or pyrogenic silicon dioxide, more particularly the silicon dioxide marketed under the name of Aerosil®. Significant effects are achieved in this regard with only small additions of, preferably, 0.1% by weight to 5% by weight and, more particularly, 0.25% by weight to 1% by weight, based on the polysaccharide to be oxidized. Starches thus treated show almost liquid-like behavior so far as their mixability is concerned.

In the dry oxidation process, the reaction mixture may be directly taken up in water after the actual oxidation reaction and then purified and isolated by washing with water and filtration. A considerable proportion of the nitrogen oxides present in the reaction system on completion of the reaction can also be removed by simple degassing processes. Thus, a simple vacuum treatment of the reaction mixture with no water-based working up generally leads to products with acceptably low nitrite and nitrate contents.

The nature of the polysaccharide used has no real bearing on the process according to the invention. The only requirement is that it should contain carbohydrate units bearing primary alcohol groups. Suitable polysaccharides are any native polyglucosans, more particularly starch and/or cellulose, and also other polysaccharides, for example polygalactomannans, such as guaran and carubin. The polysaccharides may also be used in chemically or physically modified form providing they still contain oxidizable primary alcohol groups. On economic grounds, it is preferred to use starches of varying provenance, more particularly potato starch, wheat starch, cornstarch or tapioca starch. The polysaccharide used preferably contains no more than 20% by weight and, more preferably,

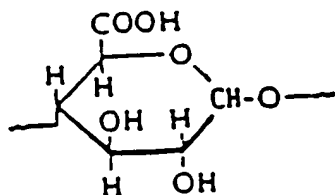
---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

from 4% by weight to 10% by weight of water.

Nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is preferably used in the process according to the invention in such quantities that, if the equilibrium is in theory completely shifted onto the nitrogen dioxide side, the  
5 nitrogen dioxide is present in quantities of at most 2 mole equivalents and, more particularly, 0.1 to 1 mole equivalent, based on the content of monomer units of the polysaccharide containing one primary alcohol group.

10 The oxidation reaction of the process according to the invention is carried out using the above-mentioned polyglucosans preferably over a such a period that, on a statistical average, at least 15 mole-% of the oxidation product consists of oxidized anhydroglucose units corresponding to formula I:  
15



20

which corresponds to a carboxyl group content of at least 4% by weight.

This process gives polyglucosan-based polycarboxylates which preferably contain at least 25 mole-% and,  
25 more preferably, at least 35 mole-% to 40 mole-% of the oxidized anhydroglucose units corresponding to formula I in the molecule, another advantage being that no significant quantities of other secondary oxidation products  
30 are present.

In the suspension process, for example, using starch in the form of a suspension in carbon tetrachloride, highly oxidized products, i.e. those with a content of units corresponding to formula I of up to about 95 mole-  
35 %, more particularly up to 100 mole-% and preferably in

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the range from about 70 mole-% to 100 mole-%, corresponding to a carboxyl group content of up to about 25% by weight, are .... over a period of about 4 hours to 6 hours at 2 bar to 6 bar/50°C using approximately 0.5 mole equivalent of nitrogen dioxide.

After the oxidation reaction and the optional working-up treatment, it is possible as described to subject the carboxyl groups of the oxidation product to at least partial neutralization by treatment with a basic reagent, i.e. to convert them from the acid form into the salt form. An aqueous solution containing alkali metal hydroxide, ammonium hydroxide and/or organic base is preferably used as the neutralizing agent. Neutralization may also be carried out immediately after the oxidation reaction, for example by introducing gaseous ammonia into the reaction vessel. Salt formation may also be carried out under reducing conditions, for example using sodium borohydride. The neutralizing agent is preferably used in such quantities that all the carboxyl groups of the oxidation product are converted into the salt form. The oxidation product may be added to the neutralizing agent or the neutralizing agent may be added to the oxidation product. Salt formation may also take place under the conditions under which the polycarboxylates are used or subsequently processed in their acid form, for example in the production or use of detergents or cleaning preparations by typical alkaline components of such products.

The polycarboxylates produced by the process according to the invention are preferably used as builders or co-builders in detergents or cleaning preparations. In products such as these, they are preferably used as co-builders in quantities of 0.5% by weight to 10% by weight and more particularly in quantities of 2% by weight to 7% by weight, based on the total weight of the product

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

containing zeolite as the main builder. In a particularly preferred embodiment they are used in detergents or cleaning preparations containing zeolite NaA, for example of the type described in connection with laundry detergents in German patent DE 24 12 837, as the main builder and polycarboxylic acids produced in accordance with the invention or salts thereof in quantity ratios of 2:1 to 5:1. The composition of the detergents and/or cleaning preparations may otherwise be selected virtually as required within the limits of known formulations.

### Examples

#### Example 1

275.2 g of potato starch (1.6 moles per anhydroglucose unit) with a moisture content of approximately 6% by weight were suspended in 825 g of carbon tetrachloride and the resulting suspension was transferred to a 2 liter stirred autoclave. After evacuation of the autoclave and purging with nitrogen, 36.8 g of condensed dinitrogen tetroxide (0.4 mole) were added. The reaction mixture was heated to 50°C over a period of 30 minutes. The internal pressure in the autoclave was 0.5 bar (adjusted with nitrogen). A pressure of 6 bar was established by the introduction of oxygen under pressure. The introduction of oxygen under pressure was repeated when the pressure in the autoclave had fallen to 2 bar. After 6 hours, the autoclave was cooled to room temperature and vented and 1 liter of demineralized water was added to the reaction mixture. The suspension of the oxidation product was filtered through a glass filter nutsch. The product was washed first with acetone and then with water until the washing liquid showed a neutral reaction, freed from water with acetone and dried (70°C, vacuum drying cabinet). White powder-form polycarboxylate with an acid

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



value of 245, corresponding to an average content of around 0.75 carboxyl groups per anhydroglucose unit, was obtained in a yield of 257 g.

The acid value of the product obtained in this Example and all other polysaccharide oxidates was determined as follows:

Approximately 0.5 g to 0.75 g of oxidate are suspended in 50 ml of demineralized water. 10 ml of 0.5 N alcoholic potassium hydroxide solution are added to the resulting suspension which is then stirred for 30 minutes at room temperature. Products with acid values above about 60 pass into solution. Excess potassium hydroxide is back-titrated with 0.5 N aqueous hydrochloric acid against phenolphthalein as indicator.

The acid value is expressed in milligrams of KOH per gram of polysaccharide oxidate.

#### Example 2

Example 1 was repeated using 73.6 g (0.8 mole) of condensed dinitrogen tetroxide, oxygen being introduced into the autoclave under pressure so that an internal pressure of 2 bar was maintained for the first hour of the reaction and was subsequently increased to 6 bar over the next hour. After a reaction time of 4.5 hours, there was no further consumption of oxygen, as reflected in the fall in pressure. The reaction product (yield 256 g) worked up as in Example 1 had an acid value of 324 corresponding to an average content of about 1 carboxyl group per anhydroglucose unit.

#### Example 3

Example 1 was repeated using 137.6 g (0.8 mole per anhydroglucose unit) of potato starch, an internal pressure of 10 bar being established with oxygen in the autoclave before the heating to 50°C and the reaction

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5 mixture then being stirred for 6 hours at 50°C. The internal pressure fell to 1 bar over a period of 1 hour and, after oxygen had been introduced up to a pressure of 5 bar, then fell to a constant value of 3.5 bar over a period of another 2 hours. 127.5 g of oxidation product with an acid value of 343, corresponding to an average content of about 1.1 carboxyl groups per anhydroglucose unit, were obtained after working up as described above.

#### 10 Examples 4 - 7

Quantities of 275.2 g of wheat starch, cornstarch, tapioca starch and guar flour were oxidized, isolated and worked up into polycarboxylates in the same way as described in Example 2. The yields of the products and their acid values are shown in the following Table.

Example	Polysaccharide	Yield [g]	Acid value
4	Wheat starch	254.5	263
5	Cornstarch	256.8	347
6	Tapioca starch	255.8	326
7	Guar flour	188.5	261

The products obtained in accordance with Examples 1 to 7 were converted into their sodium or ammonium salts by addition of stoichiometric quantities of aqueous sodium hydroxide solution or aqueous ammonium hydroxide solution. The salts obtained were readily soluble in cold water.

#### Example 8

137.6 g of potato starch (0.8 mole per anhydroglucose unit) with a moisture content of around 6% by weight

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

were introduced into a 2 liter stirred autoclave which was then closed and evacuated. The starch was heated with intensive mixing to a temperature of 40°C. 36.8 g of condensed dinitrogen tetroxide (0.4 mole) were evaporated in the autoclave and the temperature of the reaction mixture was increased to 50°C. The internal pressure was adjusted to 6 bar by introduction of nitrogen under pressure and was then increased to 7 bar by introduction of oxygen under pressure. The reaction mixture was kept for 4 hours at 50°C and at a pressure of 5 bar to 7 bar which was maintained by introduction of oxygen under pressure whenever the pressure fell by 1 bar to 2 bar. Working up as described in Example 1 gave 131 g of polycarboxylate in the form of a white powder with an acid value of 340 corresponding to an average content of around 1.05 carboxyl groups per anhydroglucose unit.

#### Example 9

For comparison, Example 1 was repeated by establishing an internal pressure of 1 bar by introduction of nitrogen under pressure after the autoclave had been filled with dinitrogen tetroxide, heating the contents of the autoclave to 50°C over a period of 30 minutes and stirring for 6 hours at that temperature. The internal pressure rose continuously to 4.2 bar. Isolation and working up as described above gave 268 g of an oxidation product with an acid value of 83 corresponding to an average content of around 0.25 carboxyl groups per anhydroglucose unit.

#### Example 10

For comparison, Example 8 was repeated by adjusting the internal pressure in the autoclave to 3 bar by introduction of nitrogen under pressure after the reaction mixture had been heated and not adding any oxygen to

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the reaction system during the reaction (5 hours at 50°C). During this time, the pressure rose to 4 bar. Working up gave 128 g of polycarboxylate in the form of a white powder with an acid value of 150 corresponding to an average content of around 0.45 carboxyl groups per anhydroglucose unit.

Comparison of Examples 9 and 10 with Examples 1 to 8 shows that the addition of oxygen to the reaction mixture produces a significant increase in the carboxyl group content of the oxidized polysaccharide under acceptable reaction conditions, more particularly over a relatively short reaction time.

#### Example 11

10 kg of potato starch (water content 4.1% by weight) and 0.1 kg of Aerosil® were introduced into a 50 liter Druvatherm® mixer (Lödige type DVT; a reactor with a horizontally arranged centrifugal mixer equipped with plowshare-like mixer blades) and intensively mixed (rotational speed of the mixer: 50 r.p.m. which was maintained in all the subsequent process steps). After the reactor had been evacuated, 2.85 kg of nitrogen dioxide from a steel cylinder filled with dinitrogen tetroxide were evaporated into the reactor while cooling with water, the mixer being left running. At an internal temperature of 30°C, an internal pressure of 1 bar was established. The internal pressure was increased to 4 bar by introduction of nitrogen under pressure. After the reaction mixture had been heated to 50°C, 2.4 kg of oxygen were introduced under pressure into the reactor in portions over a period of 5 hours at the temperature of 50°C in such a way that a maximum internal pressure of 6 bar was not exceeded.

After another 30 minutes, the contents of the reactor were cooled to 20°C. The reactor was then vented

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



via a gas scrubber filled with aqueous sodium hydroxide solution.

After venting, 30 l of demineralized water were introduced into the reactor. The resulting carboxyl starch suspension was drained off and filtered. The  
5 filter cake was repeatedly washed with water, freed from water with acetone and dried in vacuo at 70°C.

---

A white powder with an acid value of 326 was obtained in a yield of 9.7 kg.

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## CLAIMS

1. A process for the production of polycarboxylic acids or salts thereof from polysaccharides by oxidation with nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with at least  
5 partial conversion of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups and optionally at least partial neutralization of the carboxylic acid groups formed, characterized in that the oxidation reaction is carried out at a temperature above room  
10 temperature in the presence of oxygen.
2. A process as claimed in claim 1, characterized in that the oxidation reaction is carried out at temperatures of 30°C to 70°C and more particularly at temperatures of 40°C to 60°C.
- 15 3. A process as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the oxidation reaction is carried out in a closed reaction system under pressures of 1 bar to 10 bar and more particularly under pressures of 2 bar to 6 bar, as measured at the reaction temperature.
- 20 4. A process as claimed in claim 3, characterized in that the pressure in the reaction system is established by introduction of gaseous oxygen under pressure either once only at the beginning of the reaction or repeatedly, if desired continuously, during the reaction.
- 25 5. A process as claimed in claim 4, characterized in that oxygen is used in the form of a mixture with at least one gas which is inert under the reaction conditions, the oxygen making up from 1% by volume to 30% by volume and more particularly from 3% by volume to 10% by  
30 volume of the gas mixture.
6. A process as claimed in claim 5, characterized in that helium, argon, carbon dioxide, more particularly nitrogen, or a mixture thereof is used as the inert gas.
7. A process as claimed in claim 5, characterized in  
35 that the pressure in the reaction system is established

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

by introduction of air under pressure.

8. A process as claimed in any of claims 4 to 7, characterized in that a pressure of less than 10 bar and, more particularly, in the range from 2 bar to 6 bar is  
5 established in the reaction system before the beginning of the oxidation reaction by introduction under pressure of an inert gas, more particularly nitrogen, helium, argon, carbon dioxide or a mixture thereof, and after the beginning of the reaction oxygen or a mixture of 1% by  
10 volume to 30% by volume and, more particularly, 3% by volume to 10% by volume of oxygen with one of the inert gases mentioned is repeatedly introduced under pressure, if desired continuously, so that the oxygen partial pressure in the reaction system is in the range from 0.1  
15 bar to 10 bar and more particularly in the range from 0.5 bar to 6 bar.

9. A process as claimed in any of claims 1 to 8, characterized in that the polysaccharide is used in the form of a suspension in a liquid which is substantially  
20 inert under the reaction conditions.

10. A process as claimed in claim 9, characterized in that a halogenated hydrocarbon, more particularly carbon tetrachloride, is used as the liquid substantially inert under the reaction conditions.

25 11. A process as claimed in any of claims 1 to 8, characterized in that the polysaccharide is used in the absence of a suspension medium or solvent and optionally in the presence of a flow-promoting solid additive.

12. A process as claimed in claim 11, characterized in  
30 that the additive is selected from magnesium oxide, calcium fluoride, calcium phosphate, pyrogenic silicon dioxide and mixtures thereof.

13. A process as claimed in claim 11 or 12, characterized in that the additive is used in quantities of  
35 0.1% by weight to 5% by weight and more particularly in

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

quantities of 0.25% by weight to 1% by weight, based on the polysaccharide to be oxidized.

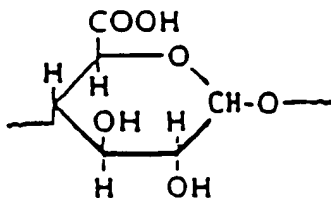
14. A process as claimed in any of claims 11 to 13, characterized in that the oxidation reaction is carried out in a moving bed or in a fluidized bed of the polysaccharide to be oxidized using a throughflowing gas containing the oxidizing agent.

15. A process as claimed in any of claims 1 to 14, characterized in that the polysaccharide is a polyglucosan of native origin, more particularly starch and/or cellulose.

16. A process as claimed in claim 15, characterized in that the polysaccharide is a native starch selected from potato starch, wheat starch, cornstarch, tapioca starch and mixtures thereof.

17. A process as claimed in any of claims 1 to 16, characterized in that nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is used in such quantities that, in the event of a theoretically complete shift of the equilibrium onto the nitrogen dioxide side, the nitrogen dioxide is present in quantities of at most 2 mole equivalents and, more particularly, 0.1 to 1 mole equivalent, based on the content of monomer unit of the polysaccharide containing one primary alcohol group.

18. A process as claimed in claim 17, characterized in that a polyglucosan is used as the polysaccharide and the oxidation reaction is carried out over such a period that, on a statistical average, at least 15 mole-% of the oxidation product consists of oxidized anhydroglucose units corresponding to formula I:



---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



19. A process as claimed in claim 18, characterized in that the oxidation product contains at least 25 mole-% and preferably at least 35 mole-% to 40 mole-% of the oxidized anhydroglucose units of formula I in the molecule, the oxidation product preferably being free from significant quantities of other secondary oxidation products.

20. A process as claimed in claim 18 to 19, characterized in that selectively oxidized polyglucosans based on cellulose and/or starch containing up to about 95 mole-% and, more particularly, from about 40 mole-% to 80 mole-% of oxidized anhydroglucose units corresponding to formula I are present as the oxidation product.

21. A process as claimed in any of claims 1 to 20, characterized in that the carboxyl groups of the oxidation product are at least partly neutralized after the oxidation reaction by treatment with an aqueous solution containing alkali metal hydroxide, ammonium hydroxide and/or organic base.

22. The use of polycarboxylic acids or salts thereof produced by the process claimed in any of claims 1 to 21 as builders or co-builders in detergents or cleaning preparations.

23. The use claimed in claim 22 as co-builders in quantities of 0.5% by weight to 10% by weight and, more particularly, 2% by weight to 7% by weight, based on the total weight of the particular product, in detergents or cleaning products containing zeolite as principle builder.

24. The use claimed in claim 23, characterized in that the detergent or cleaning product contains zeolite NaA as principal builder and polycarboxylic acids or salts thereof produced by the process claimed in any of claims 1 to 21 in quantity ratios of 3:1 to 4:1.

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Replacement page

Claims

1. A process for the production of polycarboxylic acids or salts thereof from polysaccharides by oxidation with  
5 nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide with at least partial conversion of the primary alcohol groups of the polysaccharides into carboxyl groups and ~~optionally at~~  
least partial neutralization of the carboxylic acid groups formed, the oxidation reaction being carried out  
10 in a closed reaction system in the presence of oxygen under pressures of 2 bar to 10 bar and at a temperature above room temperature, characterized in that nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is used in such quantities that, in the event of a theoretically complete shift of  
15 the equilibrium onto the nitrogen dioxide side, the nitrogen dioxide is present in quantities of at most 2 mole equivalents, based on the content of monomer unit of the polysaccharide containing one primary alcohol group.
2. A process as claimed in claim 1, characterized in  
20 that the oxidation reaction is carried out at temperatures of 30°C to 70°C and more particularly at temperatures of 40°C to 60°C.
3. A process as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the oxidation reaction is carried out under  
25 pressures of 2 bar to 6 bar, as measured at the reaction temperature.
4. A process as claimed in claim 3, characterized in that the pressure in the reaction system is established by introduction of gaseous oxygen under pressure either  
30 once only at the beginning of the reaction or repeatedly, if desired continuously, during the reaction.
5. A process as claimed in claim 4, characterized in that oxygen is used in the form of a mixture with at least one gas which is inert under the reaction condi-  
35 tions, the oxygen making up from 1% by volume to 30% by

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

volume and more particularly from 3% by volume to 10% by volume of the gas mixture.

6. A process as claimed in claim 5, characterized in that helium, argon, carbon dioxide, more particularly  
5 nitrogen, or a mixture thereof is used as the inert gas.
-

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Replacement page

14. A process as claimed in any of claims 11 to 13, characterized in that the oxidation reaction is carried out in a moving bed or in a fluidized bed of the polysaccharide to be oxidized using a throughflowing gas containing the oxidizing agent.

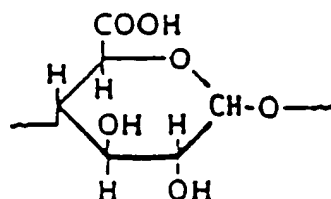
15. A process as claimed in any of claims 1 to 14, characterized in that the polysaccharide is a polyglucosan of native origin, more particularly starch and/or cellulose.

16. A process as claimed in claim 15, characterized in that the polysaccharide is a native starch selected from potato starch, wheat starch, cornstarch, tapioca starch and mixtures thereof.

17. A process as claimed in any of claims 1 to 16, characterized in that nitrogen dioxide/dinitrogen tetroxide is used in such quantities that, in the event of a theoretically complete shift of the equilibrium onto the nitrogen dioxide side, the nitrogen dioxide is present in quantities of 0.1 to 1 mole equivalent, based on the content of monomer unit of the polysaccharide containing one primary alcohol group.

18. A process as claimed in claim 17, characterized in that a polyglucosan is used as the polysaccharide and the oxidation reaction is carried out over such a period that, on a statistical average, at least 15 mole-% of the oxidation product consists of oxidized anhydroglucose units corresponding to formula I:

30



19. A process as claimed in claim 18, characterized in that the oxidation product contains

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**